



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R85:1978

Dimensioneringsmall för kupolbjälklag

**Förenklade beräkningsmetoder
för handberäkning av
kupolbjälklag**

**Sven-Erik Beigler
Carl-Erik Broman**



601228955

Byggforskningen

ERRATA

till

R85:1978

Dimensioneringsmall för kupolbjälklag

Förenklade beräkningsmetoder för handberäkning av kupolbjälklag

I rapporten förekommer en hel del tryckfel varav de väsentligaste här skall nämnas:

sid 11 står $r = \frac{A}{100} qb$ skall vara $r = \frac{A}{10} qb$

sid 14 står $m_f = Rpb^2$ skall vara $\Delta m_f = \frac{R}{100} pb^2$

sid 15 Figur 6 skall lyda:

..... Koefficienter för fältmomentkorrektion

sid 16 i figuren skall stå:

$$\underline{\Delta m_{s2}} = \underline{m_{s2}} - m_2$$

sid 20 B = pelarens diameter

sid 27 3. Med hjälp av momentdiagrammet enligt Fig. 10

sid 31 nederst på sidan skall stå:

$$\frac{P}{24} < m_c < \frac{P}{16}$$

I rapportens beräkningsexempel (sid 30ff) har momenten i ribborna beräknats utan hjälp av grafiska metoder - med en hel del oklarheter och tryckfel som följd. I stället rekommenderas att rita upp momentfördelningskurvorna enligt Fig. 1-4 och grafiskt avläsa dimensionerande moment i ribborna. Fältmomenten i exemplet har beräknats onödigt på säkra sidan eftersom momenten enligt "typlastfall 1" har satts lika med momenten av full belastning på samtliga plattfält.



R85:1978

DIMENSIONERINGSMALL FÖR KUPOLBJÄLKLAG

Förenklade beräkningsmetoder för hand-
beräkning av kupolbjälklag

Sven-Erik Beigler
Carl-Erik Broms

Denna rapport hänförs sig till forskningsanslag 771360-8
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Jacobson
& Widmark, Göteborg

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Nyckelord:

betongkonstruktioner
dimensionering
beräkningsmetoder
plattor
pelardäck
kupolbjälklag

UDK 624.012.4
624.073.5

R85:1978

ISBN 91-540-2920-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

0	ALLMÄNT	5
1	KONSTRUKTIV UTFORMNING	5
2	ALLMÄNNA BERÄKNINGSREGLER	8
3	BERÄKNINGSREGLER FÖR PLATTSYSTEM AV FYR- SIDIGT UPPLAGDA KUPOLBJÄLKLAG	10
3.0	Allmänt	10
3.1	Moment och krafter i elementarfallen	10
3.2	Stödmoment i ett plattsystem	10
3.3	Fältmoment i ett plattsystem	14
3.4	Tvärkrafter i ett plattsystem	14
4	BERÄKNINGSREGLER FÖR PLATTSYSTEM AV PUNKTUPPLAGDA KUPOLBJÄLKLAG	17
4.1	Balkrostberäkning	17
4.2	Beräkning enligt strimlemetod	17
4.2.0	Allmänt	17
4.2.1	Inledning	18
4.2.2	Pelarlaster P samt områdena c och u	20
4.2.3	Stödmoment	20
4.2.4	Fältmoment	21
4.2.5	Moment i randområde	25
4.2.6	Momentdiagram, avkortning av armering	25
4.2.7	Fullgjutningens utsträckning	27
4.2.8	Tvärkrafter	28
4.2.9	Armering i fullgjutning	29
5	BERÄKNINGSEXEMPEL	30
5.1	Beräkningsförutsättningar	30
5.2	Plattstrimla i a-riktningen	32
5.3	Plattstrimla i b-riktning	32
5.4	Pelarlaster	35
5.5	Fördelning av stödmoment i a-riktningen	35
5.6	Fördelning av stödmoment i b-riktningen	38
5.7	Fördelning av fältmoment i a-riktningen	40
5.8	Fördelning av fältmoment i b-riktningen	42
5.9	Fullgjutningens utsträckning	43
5.10	Tvärkrafter	44
5.11	Armering i tryckplattan	50

ANVISNINGAR FÖR KUPOLBJÄLKLAG

0 Allmänt

Med kupolbjälklag avses en platsgjuten armerad betongkonstruktion bestående av korsande raka ribbor (balkar) med litet inbördes avstånd relativt spännvidden samt ovanpå och i samband med ribborna gjuten tryckplatta.

Kupolbjälklag kan även utföras punktupplagda, i form av pelardäck. Därvid utförs området närmast pelaren som en fullgjutning, se FIG 1, dvs spärkropparna utelämnas och en massiv platta erhålls intill pelaren. Ett sålunda utformat pelardäck erhåller på grund av konstruktionens låga vridstyvhet en anna böjmomentfördelning än motsvarande massivbjälklag. För kupolbjälklag gäller "Bestämmelser för Betongkonstruktioner" (BfB, B7-1969) samt "Bestämmelser för Betongkonstruktioner-Material och utförande" (BfB, B6-1969) i tillämpliga delar med nedanstående ändringar och tillägg.

1 Konstruktiv utformning

Tryckplattans tjocklek skall vara minst 5 cm. Ribborna skall ges sådan bredd, att en fullgod betonggjutning möjliggörs. Medelbredden hos en ribba skall i regel vara minst 10 cm. Det fria avståndet mellan ribborna får ej överstiga 12 ggr tryckplattans tjocklek, ej heller $1/4$ av ribbornas teoretiska spännvidd. Tryckplattan armeras i båda riktningarna. Minsta armeringsmängd bestäms enligt B7, 1969, kap 8:25, dock till minst så mycket som svarar mot 5 cm effektiv höjd. Det inbördes centrumavståndet såväl mellan längsgående som mellan tvärgående stänger får vara högst 2 ggr tryckplattans tjocklek, dock högst 20 cm. Om skjuvpåkänningen i ribborna beräknas enligt dessa anvisningar och nedan angivna förutsättningar är uppfyllda behöver ribborna bygelarmeras endast om skjuv-

påkänningen någonstans är större än $0,7 \cdot \tau_{b, \text{till}}$ och då inom de delar där skjuvpåkänningen τ är större än $0,7 \cdot \tau_{b0}$ enligt B7, 1969. Dessa förenklade regler får tillämpas under följande förutsättningar:

Den rörliga lasten $p < 5 \text{ kN/m}^2$.

Centrumavståndet mellan kupolbalkar $\leq 1200 \text{ mm}$.

Bredd på kupolbalk mätt i underkant $\leq 200 \text{ mm}$.

Gjutfog får inte anordnas i balkliv eller mellan balkliv och platta.

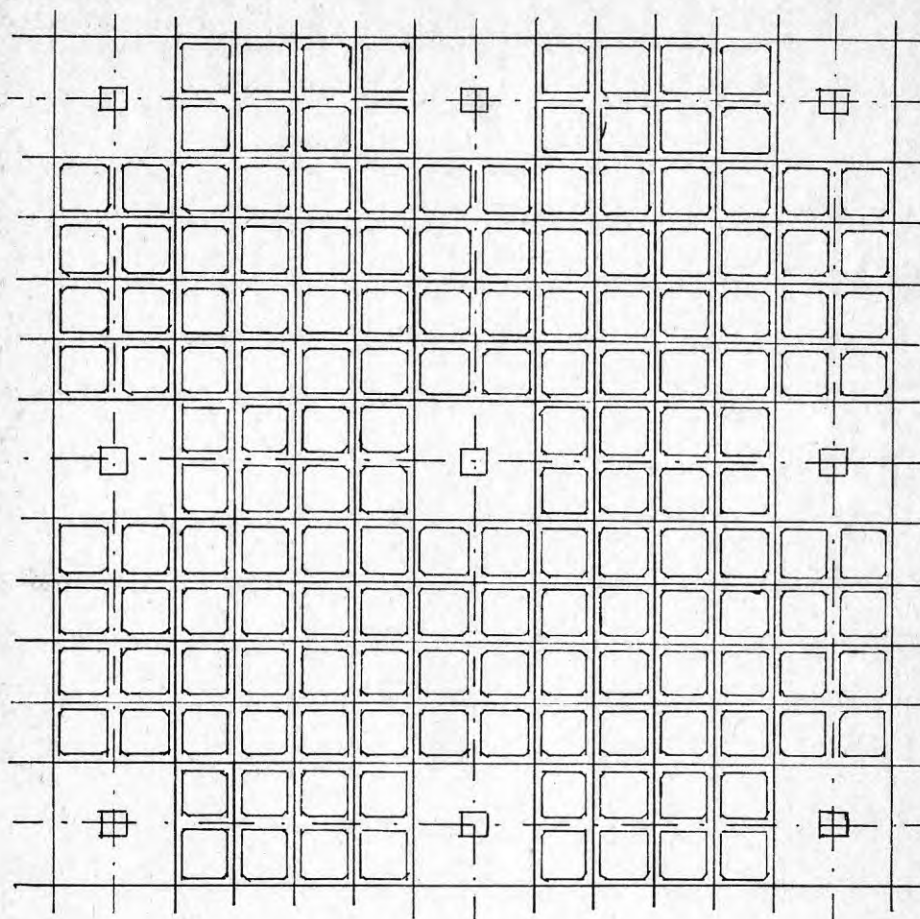


FIG. 1 Pelardäck i form av kupolbjälklag

2 Allmänna beräkningsregler

Krafter och moment beräknas enligt elasticitetsteorin varvid belastningar bestäms enligt SBN 1975. Hänsyn tas vid beräkningen till konstruktionens låga vridstyvhet. Om inte särskild armering anordnas till upptagande av vridmoment beräknas dimensionerande böjmoment och krafter under antagandet att vridstyvheten är lika med noll. Brottlinjeteori får utnyttjas om underdimensioneringen i förhållande till elasticitetsteorin uppfyller kraven enligt B7, 1969, kap 8:224.

Armeringen i tryckplattan dimensioneras för den dragkraft i tryckplattan, som uppkommer vid negativa böjmoment beräknade enligt ovan. Dessutom dimensioneras armeringen i tryckplattan för de moment i tryckplattan, som orsakas av belastningens lokala inverkan mellan ribborna. Till den jämnt fördelade lasten skall därvid adderas en fiktiv nedåtriktad last.

$$q_{\text{fikt}} = \frac{K}{1,56} \text{ kN/m}^2$$

där K = betongens hållfasthetsklass i MPa.

Momenten i tryckplattan av belastningens lokala inverkan beräknas för jämnt fördelade laster enligt MA, 1960

$$M_s = -(q+q_{\text{fikt}}) \cdot 0,0292 e^2$$

$$M_f = +(q+q_{\text{fikt}}) \cdot 0,0167 e^2$$

där e = ribbornas centrumavstånd.

Beaktande av q_{fikt} enligt ovan ersätter regeln om minsta tvärrarmering enligt B7, 1969, kap 2:21.

I de fall då tryckplattans avsedda effektiva höjd är mindre än 6 cm skall armeringen förutsättas färdig inlagd med 5 mm i höjdlängd åt ogynnsamt håll.

Om $\tau > \tau_{bo}$ i tryckplattan på grund av T-balksverkan dimensioneras tvärarmeringen i tryckplattan för skjuvning. Denna armering inläggs utöver erforderlig drag- och böjarmering enligt ovan.

Tryckplattans effektiva höjd väljs sådan att skjuvpåkänningen τ på grund av lasten mellan ribborna ökad med q_{fikt} är mindre än τ_{till} enligt B7, 1969 kap 2:261. Vid beräkningen av τ_{till} tas hänsyn till den enligt ovan beräknade dragkraftens inverkan.

Vad beträffar täckande betongskikt gäller vad som föreskrivs för huvudarmering i andra konstruktioner än plattor och väggar, dock tillåtes med hänsyn till vidhäftning, förankring och skarvning täckskiktet 20 mm även för kamstänger med nominell diameter = 16 mm, om följande tilläggsvillkor är uppfyllda (jfr B9, 1970).

1. Vid skarvning av dragna stänger ska skarven förstärkas genom extra byglar.
2. Vid avslutning av armeringsstång i dragen betong ska extra tvärarmring (byglar) inläggas.
3. I de delar där vidhäftningpåkänningen för dragarmeringen överskrider 2/3 av tillåtet värde enligt B7 2:27 ska extra tvärarmering inläggas.

3 Beräkningsregler för plattsystem av fyr- sidigt upplagda kupolbjälklag

3.0 Allmänt

Moment och krafter i ett plattsystem av kupolbjälklag beräknas enligt samma principer som för plattsystem av massiva betongplattor, se MA 1960.

3.1 Moment och krafter i elementarfallen

Dimensionerande böjmoment och upplagskrafter för kupolbjälklag påverkade av jämnt fördelad last beräknas i elementarfallen enligt FIG 2. Av FIG 3 framgår fördelningen av moment och upplagskrafter i elementarfallen.

Momentkoefficienterna i FIG 2 är baserade på elasticitetsteoretiska beräkningar under antagandet att konstruktionens vridstyvhet är lika med noll. De härvid beräknade maximala stödmomenten har omräknats till ett medelmoment, som är 67 % av det maximala momentet, varefter fältmomenten har beräknats med borrlinjeteori. Dimensionerande fältmoment visar sig härvid avvika mycket lite från motsvarande elasticitetsteoretiska fältmoment.

Observera att moment och upplagskrafter erhåller dimensionen moment/längdenhet respektive kraft/längdenhet. Vid dimensionering av ribborna i ett kupolbjälklag skall alltså tabellens värden multipliceras med ribbornas centrumavstånd e för att momentet respektive kraften i en ribba skall erhållas.

3.2 Stödmoment i ett plattsystem

Momenten i ett plattsystem av kupolbjälklag beräknas normalt enligt "metod C" beskriven i MA, 1960 dock skall koefficienter enligt nedan användas.

Stödmomenten beräknas för full last på samtliga plattfält varvid som startmoment används stödmomenten

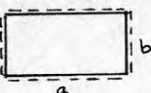



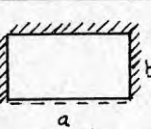
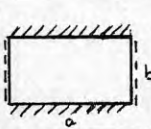


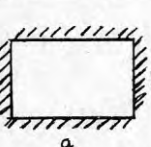
Upplagsfall	C A	a/b										
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
1 	Caf	6,80	6,50	6,10	5,52	4,89	4,33	3,90	3,62	3,54	3,44	3,35
	Cbf	6,80	8,10	9,11	9,95	10,7	11,1	11,5	11,7	11,8	11,9	12,0
	Aa	3,54	3,38	3,23	3,07	2,94	2,64	2,76	2,70	2,67	2,66	2,66
	Ab	3,54	4,00	4,39	4,70	4,94	5,13	5,25	5,35	5,40	5,45	5,50
2 	Cbs	7,50	8,25	8,65	8,95	9,10	9,20	9,25	9,25	9,25	9,25	9,25
	Caf	4,10	3,72	3,51	3,30	3,17	3,09	3,02	2,99	2,96	2,94	2,94
	Cbf	5,40	5,90	6,33	6,55	6,75	6,87	7,02	7,12	7,21	7,27	7,35
3 	Cas	7,50	8,20	8,65	8,95	9,06	9,06	9,00	8,95	8,80	8,65	8,50
	Caf	5,40	5,48	5,52	5,28	5,00	4,55	4,19	3,89	3,62	3,11	3,16
	Cbf	4,10	5,25	6,34	7,29	8,19	8,93	9,53	9,98	10,3	10,7	10,9
4 	Cas	5,50	5,65	5,65	5,60	5,50	5,45	5,35	5,30	5,25	5,20	5,20
	Cbs	5,50	6,40	7,05	7,60	8,06	8,40	8,66	8,85	9,00	9,00	9,00
	Caf	3,80	3,55	3,35	3,14	2,97	2,77	2,67	2,61	2,55	2,51	2,52
	Cbf	3,80	4,55	5,16	5,60	5,94	6,09	6,35	6,51	6,62	6,78	6,90
5 	Cbs	6,20	6,40	6,50	6,60	6,65	6,65	6,65	6,60	6,50	6,45	6,35
	Caf	2,46	2,14	2,04	1,97	1,92	1,89	1,89	1,90	2,01	2,08	2,18
	Cbf	4,40	4,76	4,98	5,05	5,18	5,25	5,34	5,43	5,59	5,63	5,74
	Aa	1,93	1,83	1,82	1,80	1,79	1,80	1,81	1,82	1,84	1,86	1,88
	Ab	5,13	5,78	6,45	7,05	7,58	8,13	8,62	9,10	9,52	9,86	10,5
6 	Cas	6,20	6,95	7,65	8,20	8,60	8,85	9,10	9,10	9,10	9,10	8,85
	Caf	4,40	4,72	4,87	4,87	4,82	4,69	4,34	4,06	3,72	3,36	3,08
	Cbf	2,46	3,37	4,31	5,21	6,10	6,91	7,62	8,28	8,85	9,32	9,76
	Aa	5,13	5,38	5,52	5,62	5,65	5,62	5,55	5,47	5,39	5,30	5,25
	Ab	1,93	2,46	3,10	3,82	4,61	5,44	6,33	7,15	8,00	8,85	9,70
7 	Cas	4,05	4,00	3,75	3,85	3,80	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
	Cbs	4,75	5,20	5,50	5,75	5,90	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,95
	Caf	2,60	2,40	2,25	2,07	1,87	1,75	1,71	1,69	1,73	1,73	1,77
	Cbf	3,65	4,07	4,51	4,72	4,93	5,14	5,33	5,46	5,57	5,68	5,80
8 	Cas	4,75	5,10	5,35	5,50	5,50	5,50	5,45	5,40	5,35	5,30	5,25
	Cbs	4,05	4,85	5,65	6,40	7,00	7,55	8,00	8,35	8,60	8,75	8,85
	Caf	3,65	3,61	3,54	3,26	3,04	2,70	2,44	2,34	2,27	2,19	2,12
	Cbf	2,60	3,32	3,93	4,47	4,98	5,34	5,55	5,85	6,04	6,24	6,42
9 	Cas	4,10	4,20	4,20	4,15	4,10	4,05	4,00	3,90	3,80	3,75	3,70
	Cbs	4,10	4,70	5,20	5,60	5,90	6,15	6,30	6,35	6,35	6,40	6,40
	Caf	2,35	2,20	2,02	1,80	1,53	1,32	1,18	1,16	1,14	1,12	1,13
	Cbf	2,35	2,81	3,26	3,64	3,93	4,14	4,36	4,54	4,76	4,88	5,01
	Aa	3,78	3,72	3,64	3,55	3,47	3,42	3,37	3,34	3,31	3,28	3,26
	Ab	3,78	4,59	5,36	6,14	6,88	7,57	8,13	8,85	9,45	10,0	10,4

FIG. 2 Fyrsidigt upplagda kupolbjälklag. Koefficient för böjmoment och upplagsreaktion.

$$m = \frac{C}{100} qb^2 \quad r = \frac{A}{100} \cdot qb$$

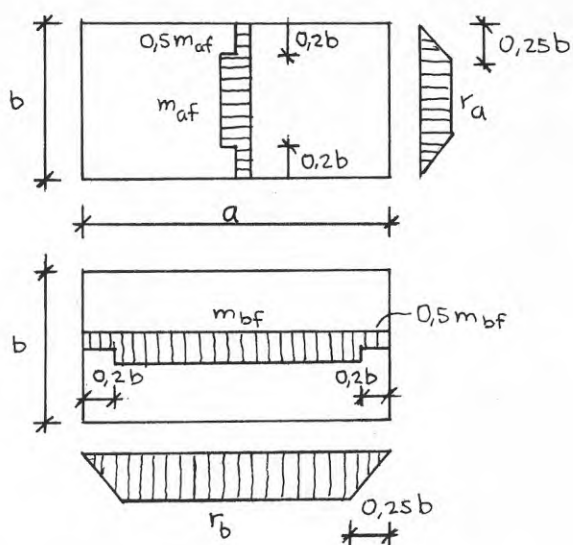


FIG. 3 Fyrsidigt upplagt kupolbjälklag. Momentfördelning och upplagsreaktionernas fördelning

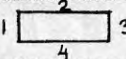
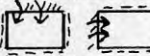
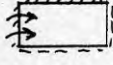
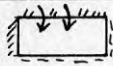
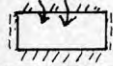
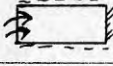
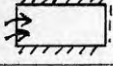
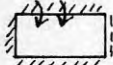

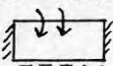
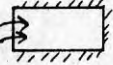
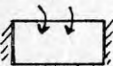
		t ö	a/b										
			1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
2		t_2	4,37	4,05	3,76	3,38	3,44	3,35	3,26	3,20	3,17	3,14	3,11
3		t_1	4,37	4,38	4,39	4,41	4,43	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
4		t_1	5,44	5,40	5,34	5,27	5,15	5,05	4,95	4,88	4,80	4,76	4,74
		\ddot{o}_{12}	0,36	0,31	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,08	0,06	0,05	0,04
		t_2	5,44	5,00	4,58	4,28	4,02	3,85	3,70	3,58	3,48	3,39	3,32
		\ddot{o}_{21}	0,36	0,40	0,43	0,44	0,44	0,44	0,43	0,42	0,40	0,38	0,36
6		t_2	4,80	4,51	4,42	4,31	4,23	4,18	4,14	4,11	4,08	4,07	4,06
		\ddot{o}_{24}	0,22	0,28	0,32	0,35	0,37	0,39	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45
7		t_1	4,80	4,65	4,54	4,49	4,46	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
		\ddot{o}_{13}	0,22	0,19	0,13	0,09	0,05	0,02	0	-0,02	-0,03	-0,04	-0,04
8		t_1	6,27	6,10	5,91	5,72	5,53	5,38	5,22	5,10	4,98	4,91	4,85
		\ddot{o}_{12}	0,35	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12
		t_2	5,53	5,20	4,89	4,70	4,53	4,45	4,36	4,30	4,25	4,20	4,16
		\ddot{o}_{21}	0,32	0,32	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26
		\ddot{o}_{24}	0,17	0,23	0,28	0,33	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,52
5		t_1	5,53	5,45	5,34	5,27	5,18	5,07	4,98	4,91	4,84	4,80	4,78
		\ddot{o}_{13}	0,17	0,11	0,06	0,03	0	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
		\ddot{o}_{12}	0,32	0,29	0,26	0,23	0,19	0,15	0,12	0,09	0,07	0,03	0,01
		t_2	6,27	5,80	5,38	5,00	4,67	4,40	4,17	3,98	3,82	3,69	3,57
		\ddot{o}_{21}	0,35	0,38	0,41	0,43	0,45	0,46	0,45	0,45	0,44	0,43	0,41
9		t_1	6,27	6,13	5,96	5,80	5,64	5,50	5,35	5,20	5,08	4,98	4,92
		\ddot{o}_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		\ddot{o}_{12}	0,16	0,11	0,07	0,03	0	-0,04	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11
		t_2	6,27	5,85	5,46	5,16	4,93	4,75	4,62	4,50	4,42	4,35	4,28
		\ddot{o}_{21}	0,16	0,19	0,22	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25
		\ddot{o}_{24}	-0,01	0,04	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27	0,31	0,39	0,38	0,40

FIG. 4 Fyrsidigt upplagt kupolbjälklag. Styvhets-
koefficient (t) och momentöverföringstal (\ddot{o})

i elementarfallen enligt FIG 2. Stödmomenten utjämnas därefter enligt MA, 1960, varvid används styvhetstal och momentöverföringstal enligt FIG 4.

Om de skilda plattornas hörn icke sammanfaller tillämpas metod beskriven i MA, 1960.

3.3 Fältmoment i ett plattsystem

Sedan stödmomenten beräknats måste fältmomenten enligt elementarfallen justeras för att momentjämnvikten skall upprätthållas. Därvid utgår man från fältmomenten för full last enligt elementarfallen och ökar dessa med hänsyn till minskningen i stödmoment vid plattans olika ränder. Fältmomenttillskottet erhålls genom att multiplicera stödmomentens minskning med koefficienter f enligt FIG 5.

$$\Delta m_f = \Sigma \Delta m_s \cdot f$$

De stödmoment, som vid utjämnningen enligt 3.2 har ökat jämfört med värdet enligt elementarfallet antas inte påverka fältmomentet, dvs $f=0$ i ovanstående formel.

Till de enligt ovan beräknade fältmomenten i ett plattsystem skall adderas inverkan av rörlig last i farligaste lastställning. Detta tillägg i fältmoment bestäms av uttrycket

$$m_f = R \cdot p \cdot b^2$$

där R erhålls ur FIG 6 och p = medelvärdet av den rörliga lasten på de intilliggande plattorna.

3.4 Tvärkrafter i ett plattsystem

Tvärkrafterna i ribborna beräknas ur följande uttryck.

$$T_1 = r + \frac{\Delta m_s}{L}$$

där r = upplagsreaktion enligt elementarfall i FIG 2


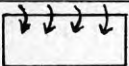
	f	a/b										
		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	f_a	0,19	0,13	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	f_b	0,31	0,29	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09
	f_a	0,31	0,29	0,25	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,17	0,14	0,11
	f_b	0,19	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,45	0,47	0,49	0,50	0,51

FIG. 5 Fyrsidigt upplagt kupolbjälklag. Koefficienter för fältmomentkorrektur med hänsyn till stödmomentreduktion.


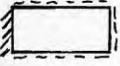
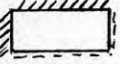
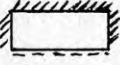


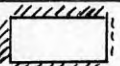
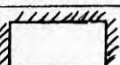
Upplagsfall		R	a/b										
			1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
2		R_a	1,72	1,78	1,67	1,46	1,18	0,93	0,72	0,62	0,60	0,58	0,56
		R_b	1,06	1,55	1,95	2,32	2,62	2,87	3,09	3,28	3,39	3,46	3,55
3		R_a	1,06	0,78	0,48	0,19	0	0	0	0	0	0	0,05
		R_b	1,72	1,80	1,75	1,60	1,45	1,25	1,10	0,95	0,80	0,65	0,50
4		R_a	1,96	1,94	1,82	1,59	1,32	1,08	0,89	0,78	0,76	0,73	0,71
		R_b	1,96	2,35	2,64	2,87	3,08	3,23	3,38	3,50	3,55	3,57	3,62
5		R_a	2,60	2,66	2,52	2,25	1,93	1,65	1,42	1,29	1,22	1,15	1,03
		R_b	1,63	2,30	2,80	3,33	3,70	4,00	4,26	4,48	4,61	4,69	4,78
6		R_a	1,65	1,26	0,87	0,47	0,09	0	0	0	0	0	0,10
		R_b	2,60	2,86	2,90	2,80	2,62	2,37	2,10	1,85	1,55	1,30	1,10
7		R_a	2,62	2,57	2,45	2,22	1,97	1,73	1,54	1,42	1,37	1,32	1,27
		R_b	2,13	2,69	3,14	3,54	3,87	4,13	4,37	4,56	4,67	4,73	4,80
8		R_a	2,13	1,95	1,72	1,50	1,27	1,10	0,97	0,87	0,85	0,85	0,84
		R_b	2,62	2,99	3,26	3,42	3,55	3,62	3,67	3,73	3,72	3,70	3,69
9		R_a	2,55	2,49	2,37	2,20	2,00	1,82	1,66	1,54	1,52	1,48	1,44
		R_b	2,55	3,05	3,42	3,75	4,01	4,22	4,40	4,57	4,67	4,72	4,76

FIG. 6 Fyrsidigt upplagt kupolbjälklag. Koefficienter för fältmomentreduktion med hänsyn till rörlig last i farlig lastställning.

L = ribbens spännvidd mellan linjeupplagen

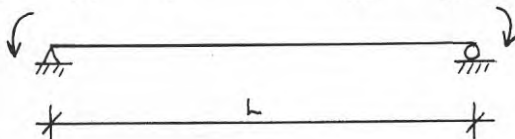
$$\Delta m_s = \Delta m_{s1} - \Delta m_{s2}$$

Δm_{s1} = skillnaden mellan slutligt utjämnat stödmoment m_{s1} och stödmoment m_1 enligt elementarfall i FIG 2 vid stöd (1=studerat stöd)

Δm_{s2} = d:o vid stöd 2 (bortre stöd)

$$\Delta m_{s1} = m_{s1} - m_1$$

$$m_{s2} = \Delta m_{s2} - m_2$$



Maximal skjuvpåkänning i ribbornas upplagslinjer fås sedan ur

$$\tau = \frac{T_1 \cdot e}{b \cdot h}$$

där e = centrumavstånd mellan ribbor

b = ribbens minsta bredd

h = ribbens effektiva höjd

4 Beräkningsregler för plattsystem av punktupp- lagda kupolbjälklag

4.1 Balkrostberäkning

En godtagbar metod att beräkna krafter och moment är att betrakta pelardäcket som ett balkrostsysteem. På grund av den stora beräkningsvolymen utnyttjas med fördel datamaskin. Enkelhet vid dimensioneringen vinnas om balkarnas vridstyvhet antas vara lika med noll.

Metoden är emellertid begränsat användbar för praktiskt bruk. Dels måste finnas metoder för överslagsberäkningar, dels blir metoden dyrbar speciellt om pelardäcket är oregelbundet, så att många fack måste beräknas.

Om metoden dock används rekommenderas att idealisera det verkliga pelardäcket till en enkel beräkningsmodell där så få fack som möjligt beräknas.

I avsnitt 4.2 beskrivs ett alternativt sätt att beräkna ett kupolbjälklag i form av pelardäck.

4.2 Beräkning enligt strimlemetod

4.2.0 Allmänt

Metoden har stora principiella likheter med den metod som beskrivs av HILLERBORG, 1969. De nedan givna reglerna för beräkning av böjmoment måste dock nödvunget avvika från motsvarande regler för det massiva pelardäcket. Avvikelserna beror på att kupolbjälklagets vridstyvhet och vridhållfasthet är låga.

Den låga vridstyvheten medför att böjmomenten enligt elasticitetsteorin får helt andra värden än motsvarande moment i den massiva plattan.

På grund av ovan nämnda orsaker måste momenten beräknas enligt elasticitetsteori eller med annan metod, som ger endast små avvikelser från de elasticitetsteoretiska momenten. Reglerna i 4.2.3-4.2.5 uppfyller detta krav. Momenten enligt elasticitetsteorin har därvid beräknats enligt balkrostteori enligt 4.1 med balkarnas vridstyvhet = 0.

4.2.1 Inledning

Pelardäcket indelas vid beräkningen i delar med tvärkraften noll i begränsningssnitten se FIG 7.

De på så sätt erhållna strimlorna antas fungera som breda balkar upplagda på pelarna. Momenten i dessa "balkar" beräknas enligt elasticitetsteori, varvid voteffekten från fullgjutningen kring pelarna bör beaktas. Stödmomenten beräknas för full last på samtliga plattfält, fältmomenten med den rörliga lasten placerad i farlig lastställning. De så erhållna stöd- och fältmomenten i "balken" (strimlan) benämns i denna anvisning "strimlemoment", m. ("moment enligt brotttyp B".)

Strimlemomenten beskriver enbart medelmomentet på "balkens" (strimlans) bredd i stöd- och fältsnitten. Hur dessa m delmoment skall fördelas på de elasticitetsteoretiska momenten, visas i avsnitt 4.2.3-4.2.5.

Med hjälp av strimlemomenten över stöd, m_{s1} , beräknas avståndet från pelarcentrum till tvärkraftsnoll-linjen i varje fack av strimlan (dvs avståndet bestäms för lastfallet att full last råder på samtliga plattfält). Avståndet beräknas ur uttrycket $0,5 k L$ där $k = 1 + \frac{2 \cdot \Delta m_s}{q \cdot L^2}$

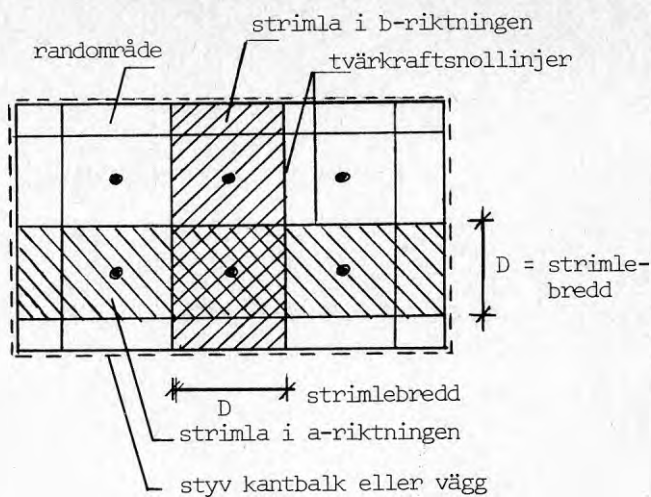
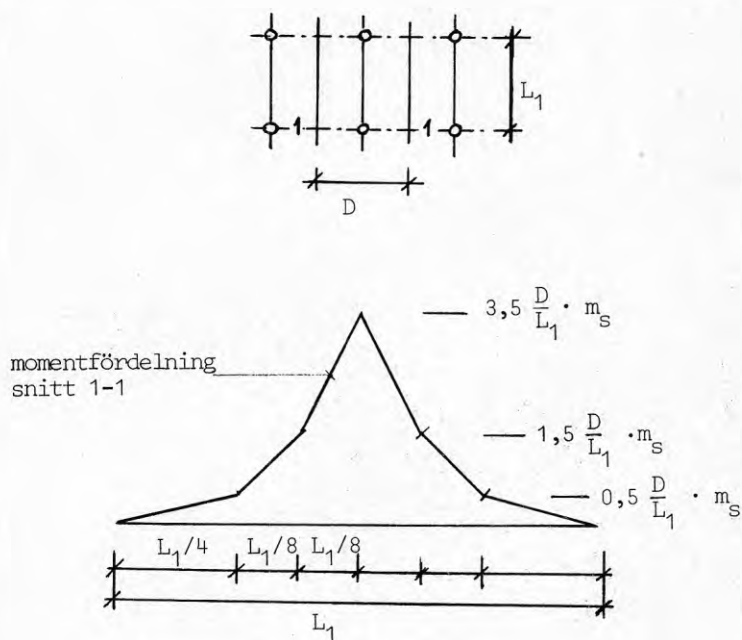


FIG. 7

FIG. 8 Fördelning av medelstödmomentet m_s

$\Delta m_s = m_{s1} - m_{s2}$ = skillnaden mellan strimlestödmomentet m_{s1} vid betraktad pelare och strimlestödmomentet m_{s2} vid intilliggande pelare inom aktuellt fack

q = strimlebelastning

L = strimlans spännvidd i aktuellt fack.

När avståndet från pelarcentrum till tvärkraftsnoll-linjen bestämts i en strimla har därmed bredden på strimlan i den vinkelräta riktningen bestämts.

4.2.2 Pelarlaster P samt områdena c och u

Pelarlaster P och utbredningen c av överkantsarmeringen beräknas på i princip samma sätt som för ett massivt pelardäck. Den del m_c av fältarmeringen enligt 4.2.4 som dras fram kontinuerligt över fullgjutningen kan i viss mån väljas så att utbredningen c enligt uttrycket

$$\frac{c}{b} = 1,1 - 6,7 \cdot \frac{m_c}{P} - 0,3 \cdot \frac{b}{a}$$

sammanfaller med kupolens delning. För att inte avvika alltför mycket från elasticitetsteorin skall dock m_c väljas enligt

$$\frac{P}{24} < m_c < \frac{P}{16}$$

Observera att pelarlaster P definieras som fyra gånger bidraget från det plattfält, som ger störst bidrag till pelarlaster.

Utbredningen c av överkantsarmeringen får inte förväxlas med fullgjutningens storlek u, som minst måste vara

$$u > B + 5h$$

där B = pelarens radie

h = effektiv höjd vid pelare

4.2.3 Stödmoment

Det totala stödmomentet i en strimla, $D \cdot m_s$, fördelas enligt FIG 8 där

- D = strimlans bredd enligt FIG 7
 L_1 = medelvärde av de två till stödet anslutande spännvidderna i strimlans riktning
 m_s = det reducerade stödmomentet med hänsyn till pelarutbredningen.

För strimlor med spännvidd större än bredden D observeras att momenten i de angränsande strimlorna påverkas.

För strimlor som sammansätts av två delstrimlor med olika bredd sätt D = två gånger den största delstrimlans bredd.

Ribborna i kupolbjälklaget dimensioneras för

- a) till fullgjutning anslutande ribbor dimensioneras för det enligt FIG 10 beräknade momentet, varvid momentkurvan antas ha ett rätlinjigt förlopp fram till momentnollpunkten
- b) övriga ribbor dimensioneras för respektive medelstödmoment som beräknas enligt FIG 9.

Den del av stödmomentet, som upptas av fullgjutningen, anses jämnt fördelad med medelvärdet m_1 , se FIG 9 under förutsättning att fullgjutningen ej utsträcks inom större bredd än sträckan $c/2$ på ömse sidor om pelaren, där c bestäms enligt 4.2.2. Om fullgjutningen u utsträcks inom större bredd, beräknas medelmomentet med $u=c$, medan fördelningsbredden baseras på den verkliga fullgjutningen.

4.2.4 Fältnmoment

Medelmomentet i fält i en strimla kan anses sammansatt av bidrag från två typlastfall:

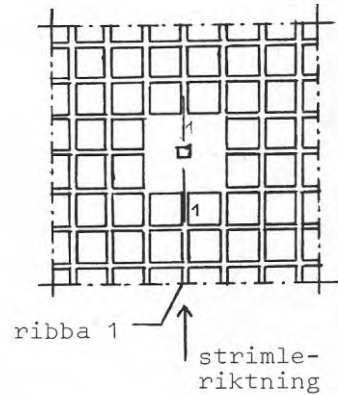
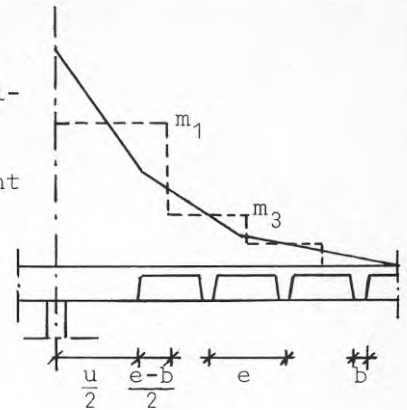
Typlastfall 1. Konstant last $g + p/2$ på samtliga fält enligt FIG 12

Typlastfall 2. Last $\pm p/2$ på vartannat fält enligt FIG 12.

$\frac{e-b+u}{u} \cdot m_1$ = dimensionerande medelmoment för fullgjutning

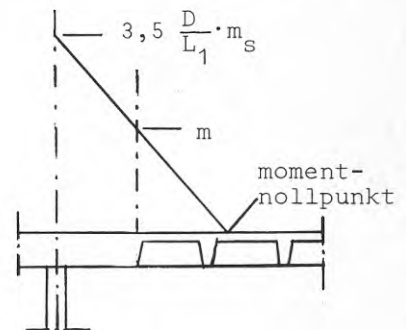
$e \cdot m_3$ = dimensionerande stödmoment för ribba 3

FIG. 9 Dimensionerande stödmoment i fullgjutning och ribbor som gränsar till fullgjutning



$e \cdot m$ = dimensionerande stödmoment för ribba 1

FIG. 10 Dimensionerande stödmoment i ribba 1 som ansluter till fullgjutningen fås ur momentdiagram i snitt 1-1



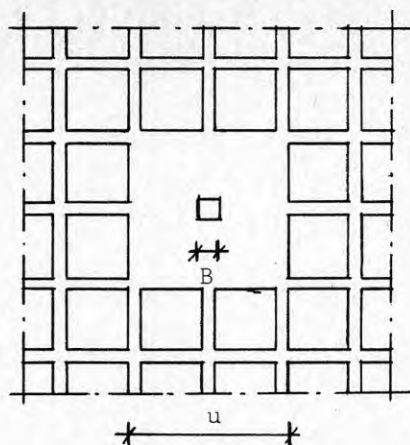


FIG. 11 Fullgjutningens utsträckning $u \geq B + 5h$

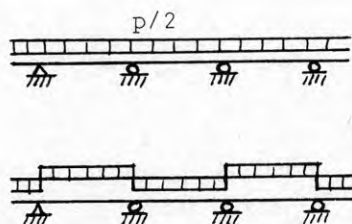


FIG. 12 Typlastfall för beräkning av fältmomentfördelning.

a) Medelmomentet m_f i fält i en strimla enligt typlastfall 1 fördelas i innerfack enligt följande

Om strimlebredden D är mindre än aktuell spännvidd L dimensioneras de ribbor som ansluter till fullgjutningen för medelmoment m_m enligt

$$m_m = m_{\max} \left(1 - \frac{u}{2L}\right)$$

$$\text{där } m_{\max} = 2 \cdot \frac{D}{L} \cdot m_f \cdot e$$

medan övriga ribbor dimensioneras för momentet

$$m_{\dim} = \left(1 - \frac{2 \cdot (n-1) \cdot e}{L}\right) m_{\max}, \text{ dock minst } 0,2 \cdot m_{\max}$$

där n är ribbens ordningsnummer (nr 1 är ribban i pelarlinjen).

Om strimlebredden D är större än aktuell spännvidd L dimensioneras inom den medverkande bredden L enligt ovan och utanför den medverkande bredden L för medelmomentet $m_m = 0,2 \cdot m_{\max}$.

b) Medelmomentet m_f i fält i en strimla enligt typlastfall 1 fördelas i ytterfack enligt följande.

Om strimlebredden D är mindre än $1,5x$ (aktuell spännvidd L) dimensioneras de ribbor som ansluter till fullgjutningen för medelmomentet

$$m_m = m_{\max} \left(1 - \frac{u}{3L}\right)$$

$$\text{där } m_{\max} = 1,33 \cdot \frac{D}{L} \cdot m_f \cdot e$$

medan övriga ribbor dimensioneras för momentet

$$m_{\dim} = \left(1 - \frac{2 \cdot (n-1) \cdot e}{1,5L}\right) m_{\max}, \text{ dock minst } 0,2 \cdot m_{\max}$$

Om strimlebredden D är större än $1,5x$ (aktuell spännvidd L) dimensioneras inom den medverkande bredden $1,5 \cdot L$ för medelmomentet $m_m = 0,2 \cdot m_{\max}$

c) Medelmomentet i fält i en strimla för typlastfall 2 enligt Fig 12 fördelas jämnt på hela strimlebredden.

Detta gäller exakt om samtliga spännvidder är lika och om pelarinspänningen försummas.

d) För överskådliggighets vinnande rekommenderas att strimlornas fältmoment beräknas enligt typfallen 1 och 2 så att fördelning kan ske enligt ovan givna regler. Skulle fältmomenten i strimlorna ha beräknats på konventionellt sätt kan fältmomenten enligt typfallen enkelt rekonstrueras:

$$\text{Typlastfall 1: } m_f = \frac{g + p/2}{q} m_{fq}$$

$$\text{Typlastfall 2: } m_f = m_f \text{ max} - \frac{g + P/2}{q} m_{fq}$$

där m_{fq} = fältmomenten för full last på samtliga fack i strimlan.

4.2.5 Moment i randområde

Storleken av momenten parallellt med randen inom randområde enligt FIG 7 framgår av FIG 13.

4.2.6 Momentdiagram, avkortning av armering

a) Överkantsarmringen inom bredden $0,5 \cdot$ (aktuell spännvidd L) avkortas med ledning av maximalmomentdiagrammet för strimlan. Dock dras all armering inom fullgjutningen minst en skarvlängd utanför fullgjutningen.

b) Överkantsarmeringen utanför bredden $0,5 \cdot$ (aktuell spännvidd L) avkortas ej. Armeringen dimensioneras för stödmomentfördelningen enligt 4.2.3 dock minst för det negativa fältmomentet

$$m_f = \frac{(1,5p-g) \cdot L^2}{24}$$

c) Fältarmeringen avkortas normalt inte utan skarvas över pelarnas förbindelselinjer med full skarvlängd. Fältarmeringen i de ribbor, som anslutes till fullgjutningen får dock i vissa fall avkortas enligt 4.2.2.

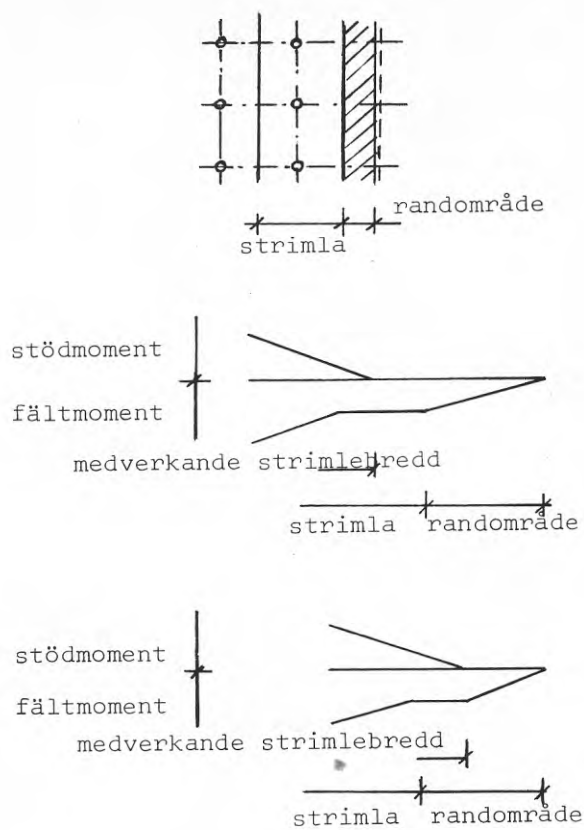


FIG. 13 Momentfördelning i randområde

4.2.7 Fullgjutningens utsträckning

Flera faktorer bestämmer erforderlig utsträckning u av fullgjutningen, enligt FIG 9.

1. Genomstansning
2. Böjpåkänning i angränsande ribbor
3. Böjpåkänning i anslutande ribbor
4. Skjuvning i ribbor

1. Med hänsyn till risken för genomstansning utsträcks fullgjutningen minst inom området u enligt 4.2.2.

Genomstansningen kontrolleras enligt K1, 1964.

Om $\tau_{nom} < \tau_{bo}$ där τ_{nom} beräknas enligt K1, 1964 och τ_{bo} bestäms av B7, 1969 behöver ovanstående regel ej beaktas.

2. Med hjälp av momentfördelningen enligt FIG 9 kontrolleras att fullgjutningen utsträcks så långt i sidled att den mest ansträngda ribban (ribba 3 i FIG 9) klarar tillåten böjpåkänning enligt B7, 1969.

3. Med hjälp av momentfördelningen enligt FIG 10 kontrolleras att fullgjutningen utsträcks så långt att den mest ansträngda ribban klarar tillåten böjpåkänning enligt B7, 1969. Därvid antas momentkurvan ha ett rätlinjigt förlopp fram till momentnollpunkten för strimlan.

4. Fullgjutningen utsträcks så långt att skuvpåkänningen i ribborna vid anslutningssnittet mot fullgjutningen är mindre än τ_{bs} enligt B7, 1969. Tvärkraften kan därvid anses jämnt fördelad $\pm 10\%$ runt fullgjutningens omkrets under förutsättning att fullgjutningen inte utsträcks längre än inom området c.

$$t = 1,10 \frac{P - q(u + 0,5e)^2}{4u}$$

där P = aktuell pelarreaktion

t = tvärkraft/längdenhet vid fullgjutningens rand

u = fullgjutningens utsträckning enligt FIG 11

e = ribbornas centrumavstånd

4.2.8 Tvärkrafter

Om aktuell skjuvpåkänning i något snitt av en ribba överskrider $0,7 \cdot \tau_b$, till enligt B7, 1969, skall ribban skjuvarmeras för uppträdande tvärkraft inom de delar där skjuvpåkänningen är större än $0,7 \cdot \tau_{bo}$. Erforderlig skjuvarmering¹⁾ fås ur

$$A_{skj} = \frac{b}{\sigma_a (\sin v + \cos v)} (\tau_b - 0,7 \tau_{bo})$$

dock lägst det värde som fås om

$$\tau_b = 1,46 \tau_{bo}$$

Maximal skjuvpåkänning i ribbor, som ansluter till fullgjutningen fås ur

$$\tau = \frac{t \cdot e}{b \cdot h}$$

där b = ribbans minsta bredd

h = ribbans effektiva höjd

varefter tvärkraften antas variera linjärt och anta värdet noll på avståndet $0,5(kL - u)$ från fullgjutningens kant med beteckningar enligt 4.2.1.

Maximal skjuvpåkänning i ribbor som gränsar till fullgjutningen inträffar i samma balklinje som maximal skjuvpåkänning i de ribbor som ansluter till fullgjutningen enligt ovan dvs i fullgjutningens förlängning i sidled. Skjuvpåkänningen beräknas ur

$$\tau = \frac{t^* \cdot e}{b \cdot h}$$

$$\text{där } t^* = t - \frac{2e}{k_{\perp} L_{\perp} - u_{\perp}} (t - t_m)$$

$$t_m = q \cdot k \cdot L \cdot \frac{k_{//} L_{//} - u_{//}}{k_{\perp} L_{\perp} - u_{\perp}} - t \cdot \frac{K_{\perp} L_{\perp} + u_{\perp}}{k_{\perp} L_{\perp} - u_{\perp}}$$

där $L_{//}$ = spännvidd i aktuell ribbas riktning

L_{\perp} = medelvärde av spännvidderna vinkelräta däremot

$u_{//}$ = fullgjutningens utbredning i ribbans riktning

1) gäller om slutna tvåskäriga byglar används.

- u_{\perp} = fullgjutningens utbredning vinkelrät
 däremot
 k = koefficienter enligt 4.2.1
 q = ytlast/m²

varefter tvärkraften utefter ribban i ena riktningen antas variera linjärt och anta värdet t_{\min} på avståndet $0,5(k_{//}L_{//}-u_{//})$ och i motsatta riktningen antas variera linjärt och anta värdet t_{\min} vid pelarlinjen. där $t_{\min} = \frac{q \cdot e^2}{4}$

Skjuvpåkänningen i övriga ribbor beräknas på analogt sätt genom att ersätta $2e$ i uttrycket för t^* med $2 \cdot (n-1) \cdot e$

där n = ribbans ordningsnummer när $n = 1$ för den ribba som gränsar till fullgjutning.

Samtliga ribbor förses dessutom i anslutning till fullgjutningen med upphängningsarmering, som dimensioneras för tvärkraften

$$T = t \cdot e$$

med beteckningar enligt avsnitt 4.2.7

4.2.9 Armering i fullgjutning

Fullgjutningen armeras i underkant för momentet m_c

$$m_c = \frac{P}{6.7} (1,1 - 0,3 \frac{b}{a} - \frac{c}{b})$$

$$\text{dock minst för momentet } m_c = \frac{P}{24}$$

Ribbornas fältarmering dras minst en hel skarvlängd förbi upphängningsarmeringen enligt FIG 11.

Fullgjutningen armeras i överkant för medelmomentet m_1 enligt 4.2.3 och FIG 9 dock minst för momentet $0,15 \cdot P_c \cdot -\Delta m_c$

där P_c är dimensionerande pelarlast

Δm_c är momentreduktion med hänsyn till pelarutbredning

5. Beräkningsexempel

5.1 Beräkningsförutsättningar

Ett pelardäck är fritt upplagt längs tre sidor och fast inspänt längs den fjärde. Se FIG 14.

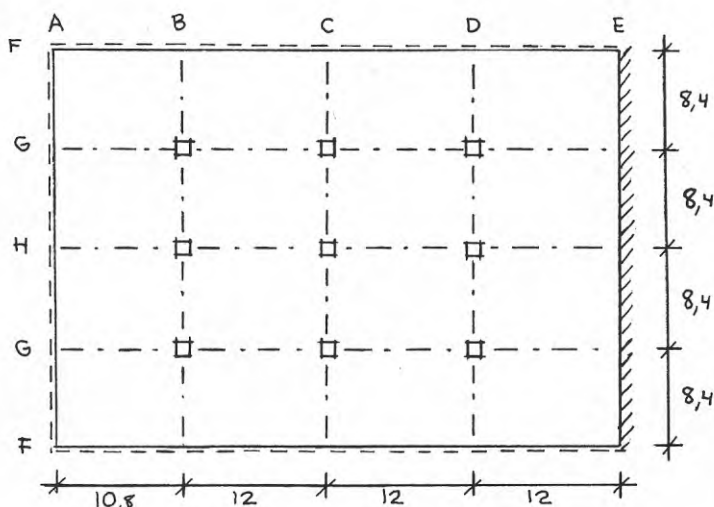


FIG. 14 Beräkningsexempel

Valda dimensioner

Kupol K-40 med 8 cm tryckplatta

Pelare 40x40 m

Laster

Ständig: egenvikt	4,2 kN/m ²	
övrig	0,8 "	= 6,0 kN/m ²
Nyttig: (varav 2,0 rörlig)		= 4,0 "
Totalt		10,0 kN/m ²

Material

Betong II K 300 $\sigma_b = 8$ MPa

Armering Ks 60, skjuvarmering dock ϕ 5 Ns 50

Effektiv höjd hos ribbor

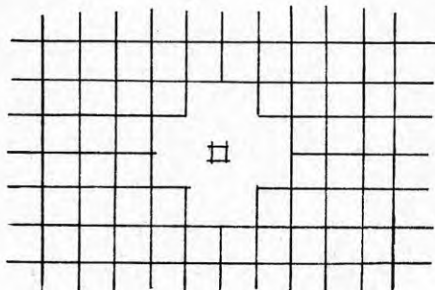
$$\begin{aligned}
 \text{Underkant: } h_{ua1} &= 48,0 - 6,2 = 41,8 \text{ cm} \\
 h_{ua2} &= 48,0 - 4,5 - 0,6 = 42,9 \text{ cm} \\
 h_{ub1} &= 41,8 - 1,6 = 40,2 \text{ cm} \\
 h_{ub2} &= 42,9 - 1,6 = 41,3 \text{ cm} \\
 h_{u1, \text{ med}} &= 41,0 \text{ cm} \\
 h_{u2, \text{ med}} &= 42,1 \text{ cm} \\
 \\
 \text{Överkant: } h_{öa} &= 48 - 4,0 + 0,8 = 44,8 \text{ cm} \\
 h_{öb} &= 48 - 4,0 - 0,8 = 43,2 \text{ cm} \\
 h_{ö, \text{ med}} &= 44,0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Fullgjutning u

Som fullgjutning kan väljas 2 x 2 st kupoler runt varje pelare, vilket innebär

$$u = 2,4 > 0,5 + 5 \cdot 0,45 = 2,3 \text{ m}$$

I detta fall klarar dock inte vald kupol de negativa moment som då skulle finnas i anslutning till fullgjutning, varför en större fullgjutning enligt figur väljes



Utbredning c av överkantsarmering

Som c-ruta väljes 4 x 4 st kupoler runt varje pelare dvs underkantsarmeringen inom c-rutan dimensioneras enligt avsnitt 4.2.9 för momentet

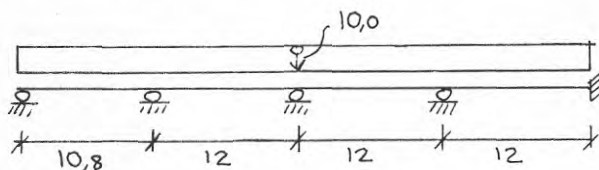
$$m_c = \frac{P}{6,7} (1,1 - 0,3 \cdot \frac{8,4}{12,0} - \frac{4,8}{8,4}) = \frac{P}{6,7} \cdot 0,32 = \frac{P}{21}$$

vilket är tillfyllest eftersom

$$\frac{P}{24} < m_c > \frac{P}{16}$$

5.2 Plattstrimla i a-riktningen

Strimlebredden i de bägge yttre pelarraderna approximeras till $4,2 + 5,05 = 9,25$



Kupolernas styvhet $I_1 = 35 \text{ dm}^4$ (1,2 m)

Fullgjutnings styvhet $I_2 = 110 \text{ dm}^4$ (1,2 m)

$$\therefore \text{voteffekt } \frac{I_2}{I_1} = \frac{4,8 \cdot 110 + 4,45 \cdot 35}{9,25 \cdot 35} = \frac{636}{324} = 1,97 \approx 2,0$$

Beräkning som kan göras för hand eller med hjälp av dator ger följande resultat:

Stödmoment:

$$m_B = -151,6 \text{ kNm/m}$$

$$m_C = -121,0 \quad "$$

$$m_D = -139,0 \quad "$$

$$m_E = -106,9 \quad "$$

Tillhörande fältmoment:

$$m_{AB} = 79,1 \text{ kNm/m}$$

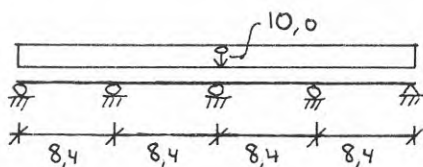
$$m_{BC} = 43,7 \quad "$$

$$m_{CD} = 50,0 \quad "$$

$$m_{DE} = 57,1 \quad "$$

5.3 Plattstrimla i b-riktning

Strimlebredden i de inre pelarraderna approximeras till 12,0 m



J&W DATA CENTER

KONTOR GBG
SIGN SEB

PROGRAM JW019
DATUM 78-06-30

33
SID : 1
ARBNR 8002016

STRIMLA I A-RIKTNINGEN

VILANDE LAST

FAK NR	SPV M	EI O	PU KN/M	P(2) KN	P(3) KN	P(4) KN	P(5) KN	P(6) KN	TOTAL LAST
1	10.80	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	108.0
2	12.00	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0
3	12.00	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0
4	12.00	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0

VOTADE FACK STYVHETER I 6-DELAR

FAK	DEL1	DEL2	DEL3	DEL4	DEL5	DEL6
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	2.00
2	2.00	1.11	1.00	1.00	1.11	2.00
3	2.00	1.11	1.00	1.00	1.11	2.00
4	2.00	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00

LASTFALLSOPTIMERING 1

INSP. I VÄNSTER STÖD 0.00
INSP. I HÖGER STÖD 1.00

RESULTAT

MOMENT KNM

FÄLT NR	STÖDV.	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	STÖDH.
1	0.0	55.7	79.1	70.0	28.5	-45.3	-151.6
2	-151.6	-46.5	18.6	43.7	28.8	-26.1	-121.0
3	-121.0	-24.0	33.0	50.0	27.0	-36.0	-139.0
4	-139.0	-33.6	31.7	57.1	42.4	-12.3	-106.9

TVÄRKRAFT KN

1	40.0	22.0	4.0	-14.0	-32.0	-50.0	-68.0
2	62.5	42.5	22.5	2.5	-17.5	-37.5	-57.5
3	58.5	38.5	18.5	-1.5	-21.5	-41.5	-61.5
4	62.7	42.7	22.7	2.7	-17.3	-37.3	-57.3

SKA DEBITERING SKE MED 5. ENHETER, SKRIV 1 ANNARS 0

J&W DATA CENTER

KONTOR GBG
SIGN SEB

PROGRAM JW019
DATUM 78-06-30

SID : 1
ARBNR 8002016

STRIMLA I B-RIKTNINGEN

VILANDE LAST

FAK NR	SPV M	EI O	PU KN/M	P(2) KN	P(3) KN	P(4) KN	P(5) KN	P(6) KN	TOTAL LAST
1	8.40	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0
2	8.40	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0
3	8.40	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0
4	8.40	1.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0

VOTADE FACK

STYVHETER I 6-DELAR

FAK NR	DEL1	DEL2	DEL3	DEL4	DEL5	DEL6
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.44	1.75
2	1.75	1.44	1.00	1.00	1.44	1.75
3	1.75	1.44	1.00	1.00	1.44	1.75
4	1.75	1.44	1.00	1.00	1.00	1.00

LASTFALLSOPTIMERING 1

INSP. I VÄNSTER STÖD 0.00
INSP. I HÖGER STÖD 0.00

RESULTAT

MOMENT KNM

FÄLT NR	STÖDV.	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	STÖDH.
1	0.0	34.8	49.9	45.5	21.4	-22.2	-85.5
2	-85.5	-30.4	5.0	20.8	17.0	-6.4	-49.3
3	-49.3	-6.4	17.0	20.8	5.0	-30.4	-85.5
4	-85.5	-22.2	21.4	45.5	49.9	34.8	0.0

TVÄRKRAFT KN

FÄLT NR	STÖDV.	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	STÖDH.
1	31.8	17.8	3.8	-10.2	-24.2	-38.2	-52.2
2	46.3	32.3	18.3	4.3	-9.7	-23.7	-37.7
3	37.7	23.7	9.7	-4.3	-18.3	-32.3	-46.3
4	52.2	38.2	24.2	10.2	-3.8	-17.8	-31.8

Kupolernas styvhet $I_1 = 35 \text{ dm}^4$

Fullgjutningsstyvhet $I_2 = 110 \text{ dm}^4$

$$\text{voteffekt } \frac{4,8 \cdot 110 + 7,2 \cdot 3,5}{12 \cdot 35} = 1,75$$

Beräkningen ger följande resultat (jämför datorresultat):

Stödmoment:

$$m_G = -85,5 \text{ kNm}$$

$$m_H = -49,3 \text{ "}$$

Tillhörande fältmoment

$$m_{FG} = 49,9 \text{ kNm}$$

$$m_{GH} = 20,8 \text{ "}$$

5.4 Pelarlaster

Maximal pelarlaster P fås i hörnpelarna

$$p^{\max} = 4 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 10,8 \cdot 0,6 \cdot 8,4 = 1305 \text{ kN}$$

Välj pelardimension d i cm

$$1305 = d^2 \cdot 6500 \cdot 10^{-4} \quad d = 45 \text{ cm}$$

Beaktas armeringen kan $d = 40 \text{ cm}$ väljas

5.5 Fördelning av stödmoment i a-riktningen

Pelare GB

Ribborna i fack AB vilka ansluter till fullgjutningen vid pelare GB dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \frac{D}{L} \cdot (m_B - \Delta m_B) \cdot e \cdot k_1 \cdot \alpha_1$$

$$\text{där } D = \text{strimlebredd} = 2 \cdot 8,4 \cdot \frac{52,17}{52,17 + 31,83} = 0,62 \cdot 8,4 \cdot 2 = 10,4 \text{ m}$$

$$L = 11,4 \text{ m (se avsnitt 4.2.3)}$$

$$\Delta m_B = 3 \cdot P \cdot d / 16 = 3(68,04 + 62,56) \cdot 0,4 / 16 = 9,8 \text{ kNm}$$

k_1 = koefficient som beaktar avstånd till ribbens momentnollpunkt enligt datorberäkning (jfr FIG 10)

$$\alpha_1 = \text{fördelningskoefficient enligt FIG 8}$$

Den mellersta ribban dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{10,4}{11,4} \cdot (151,6 - 9,8) \cdot 1,2 \cdot \frac{0,27 \cdot 10,8 - 2,4}{0,27 \cdot 10,8} \cdot \alpha_1 = 98(1,0 - \frac{2 \cdot 0,3}{3,5 \cdot 1,425}) = 98 \cdot 0,88 = 86 \text{ kNm}$$

Nästa två ribbor som ansluter till fullgjutningen dimensioneras för (jfr FIG 8)

$$m_s = 98 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 1,2/11,4/8}{3,5}\right) = 98 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,96}{3,5}\right) = 0,45 \cdot 98 = 44 \text{ kNm}$$

Nästa två ribbor dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{10,4}{11,4} (151,6 - 9,8) \cdot 1,2 \cdot \frac{0,27 \cdot 10,8 - 1,2}{0,27 \cdot 10,8} \cdot \left(\frac{1,5}{3,5} - \frac{1,0 \cdot 2,4 - 1,425}{3,5 \cdot 1,425}\right) = 543 \cdot (1,0 - 0,41) \cdot (0,43 - 0,20) =$$

$$= 543 \cdot 0,59 \cdot 0,23 = 72 \text{ kNm/ribba}$$

Ribborna, som gränsar till fullgjutningen, dimensioneras för momentet m_s enligt nedan dock minst för momentet

$$m_{\min} = m_f \text{ enligt 4.2.6}$$

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{D}{L} (m_B - m_B) \cdot e \cdot \alpha_1$$

I randfacket ligger den första angränsande ribban 3,6 m från pelaren

Enligt FIG 8 fås då med

$$\frac{L}{8} = \frac{11,4}{8} = 1,425 \text{ m} < 3,6 > \frac{L}{4} = 2,85$$

$$\alpha_1 = \frac{5,7 - 3,6}{2,85} \cdot \frac{0,5}{3,5} = 0,105$$

$$\text{dvs } m_s = 0,105 \cdot 1,2 \cdot 452 = 57 \text{ kNm/ribba}$$

Den andra angränsande ribban i randfacket ligger 4,8 m från pelaren, vilket innebär

$$\alpha_1 = \frac{5,7 - 4,8}{2,85} \cdot \frac{0,5}{3,5} = 0,045$$

$$m_s = 0,045 \cdot 1,2 \cdot 452 = 24 \text{ kNm/ribba}$$

I innerfacket ligger de enda två angränsande ribborna 3,6 m från respektive pelare GB och HB.

Enligt FIG 8 kommer även fördelningen av stödmomentet vid pelare HB att påverka momentet i den ribba, som ligger 3,6 m från pelare GB, dvs

$$\alpha_1 = \frac{2,1}{2,85} \cdot \frac{0,5}{3,5} + \frac{0,9}{2,85} \cdot \frac{0,5}{3,5} = 0,105 + 0,045 = 0,150$$

$$m_s = 0,15 \cdot 1,2 \cdot 452 = 81 \text{ kNm/ribba}$$

Fullgjutningen dimensioneras i överkant för medel-momentet m_1 enligt FIG 9, dock minst $m_{\min} = 0,15 \cdot P_c$ enligt 4.2.9

$$m_1 \cdot 3,0 = 1,425 \cdot 2,5 \cdot \frac{10,4}{11,4} \cdot m_B + 1,425 \cdot \frac{10,4}{11,4} \cdot m_B + 0,15 \cdot 0,5 \cdot \frac{10,4}{11,4} \cdot m_B = 4,62 \cdot m_B$$

$$m_1 = 1,54 \cdot m_B = 1,54 \cdot 141,8 = 218 \text{ kNm/m}$$

$$m_{\min} = 0,15 \cdot 1305 - \Delta m_c < 196 \text{ kNm/m}$$

Pelare HB

Dimensionerande moment väljes samma som för pelare GB.

Övriga pelare

Samtliga övriga pelare dimensioneras för de moment som beräknas för pelare GD.

$$D = \text{strimlebredd} = 2 \cdot 0,62 \cdot 8,4 = 10,4 \text{ m}$$

$$L = 12,0 \text{ m}$$

$$\Delta m_B = 3 \cdot (61,5 + 62,67) \cdot 0,4 / 16 = 9,3 \text{ kNm/m}$$

Den mellersta ribban som ansluter till fullgjutningen dimensioneras för (jfr FIG 8)

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot 129,7 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,253 \cdot 12 - 2 \cdot 4}{0,253 \cdot 12} \cdot (1,0 - \frac{2 \cdot 0,3}{3,5 \cdot 1,5}) = 78 \cdot 0,85 = 69 \text{ kNm/ribba}$$

Nästa två ribbor dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot 129,7 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,253 \cdot 12 - 1,2}{0,253 \cdot 12} \cdot (1,5 - \frac{2,4 - 1,5}{1,5}) \cdot \frac{1}{3,5} = 472 \cdot 0,604 \cdot 0,9 / 3,5 = 73 \text{ kNm/ribba}$$

Ribborna, som gränsar till fullgjutningen dimensioneras för momentet m_s enligt nedan

Enligt FIG 8 gäller

$$\frac{L}{8} = \frac{12}{8} = 1,5 < 3,6 > \frac{L}{4} = 3,0$$

Den första angränsande ribban i randfacket ligger 3,6 m från pelaren.

$$m_s = \frac{6,0 - 3,6}{3,0} \cdot 0,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot 129,7 \cdot 1,2 = 54 \text{ kNm/ribba}$$

Den andra angränsande ribban i randfacket ligger 4,8 m från pelaren vilket innebär

$$m_s = \frac{6,0-4,8}{3,0} \cdot 0,5 \cdot \frac{10,4}{2} \cdot 129,7 \cdot 1,2 = 27 \text{ kNm/ribba}$$

I innerfacket ligger de enda två angränsande ribborna 3,6 m från respektive pelare GC och HC.

Enligt FIG 8 kommer då fördelningen av stödmomentet vid pelare HC att påverka momentet i den ribba som ligger 3,6 m från pelare HB, dvs

$$m_s = 0,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot 129,7 \cdot 1,2 \cdot \left(\frac{2,4}{3,0} + \frac{1,2}{3,0} \right) = 81 \text{ kNm/ribba}$$

Fullgjutningen dimensioneras för medelmomentet

m_1 enligt figur 9, dock minst för

$$m_{\min} = 0,15 \cdot P_c - \Delta m_s \text{ enligt 4.2.9}$$

$$m_{\min} < 0,15 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 8,4 \cdot 12 \cdot 0,5 = 182 \text{ kNm/m}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot 3,0 &= 1,5 \cdot 2,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot m_B + 1,5 \cdot \frac{10,4}{12} \cdot m_B = \\ &= (3,25 + 1,3) \cdot m_B = 4,55 m_B \end{aligned}$$

$$m_1 = 1,52 \cdot m_B = 1,52 \cdot 129,7 = 197 \text{ kNm/m} > m_{\min}$$

Samtliga ribbor dimensioneras i linje E för inspänningsmomentet

$$m_s = 1,2 \cdot 106,9 = 128 \text{ kNm/ribba}$$

5.6 Fördelning av stödmoment i b-riktningen

Pelare i linje G

$$D = \text{strimlebredd} = 2 \cdot 12 \cdot \frac{62,55}{62,55 + 57,45} =$$

$$= 2 \cdot 0,626 \cdot 12 = 15,0 \text{ m}$$

$$L = 8,4 \text{ m}$$

$$\Delta m_B = 3 \cdot (152,17 + 46,3) \cdot 0,4/16 = 7,4 \text{ kNm/m}$$

Den mellersta ribban som ansluter till fullgjutningen dimensioneras för momentet m_s

$$\begin{aligned} m_s &= 3,5 \cdot \frac{15}{8,4} (85,5 - 7,4) \cdot 1,2 \cdot \frac{0,31 \cdot 8,4 - 2,4}{0,31 \cdot 8,4} \cdot \\ &\cdot \left(1,0 - \frac{2 \cdot 0,3}{3,5 \cdot 2,1} \right) = 45,0 \cdot 0,92 = 41,5 \text{ kNm/ribba} \end{aligned}$$

Nästa två ribbor som ansluter till fullgjutningen dimensioneras för (jfr FIG 8) m_s enligt

$$m_s = 45,0 \cdot \alpha_1$$

Här gäller $1,2 \text{ m} > L/8 = 1,05$ eller

$$\alpha_1 = \frac{1}{3,5} \left(1,5 - \frac{1,2 - 1,05}{1,05} \right) = \frac{1,36}{3,5} = 0,39$$

$$m_s = 17,5 \text{ kNm/ribba}$$

Nästa två ribbor dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{15}{8,4} \cdot 78,1 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,31 \cdot 8,4 - 1,2}{0,31 \cdot 8,4} \cdot \frac{1}{3,5} \left(0,5 - \frac{2,4 - 2,1}{2,1} \right) = 32,2 \text{ kNm}$$

Ribborna som gränsar till fullgjutningen dimensioneras för momentet m_s enligt nedan

Den första angränsande ribban i randfacket ligger 3,6 m från ribban dvs

$$m_s = \frac{4,2 - 3,6}{2,1} \cdot 0,5 \cdot \frac{15}{8,4} \cdot 78,1 \cdot 1,2 = 23,9 \text{ kNm/ribba}$$

Den första angränsande ribban i innerfacket ligger 3,6 m från pelaren. Eftersom fördelningsbredden L är mindre än strimlebredden påverkas inte fördelningen vid en pelare av fördelningen vid en angränsande pelare. Enligt ovan blir således m_s

$$m_s = 23,9 \text{ kNm/ribba}$$

Fullgjutningen dimensioneras för medelmomentet m_1 enligt FIG 9 dock minst för $m_{\min} = 0,15 \cdot P_c - \Delta m_c$

$$m_1 \cdot 3,0 = 1,05 \cdot 2,5 \cdot \frac{15,0}{8,4} \cdot m_B + 1,05 \cdot \frac{15,0}{8,4} \cdot m_B + 0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{1,2}{2,1} \right) \cdot 0,5 \cdot \frac{15,0}{8,4} \cdot m_B = (4,65 + 1,87 + 0,63) \cdot m_B = 7,15 \cdot m_B$$

$$m_1 = 2,72 \cdot m_B = 2,72 \cdot 78,1 = 212 \text{ kNm/m}$$

$$m_{\min} = 196 \text{ kNm/m} < m_1$$

Pelare i linje H

$$D = \text{strimlebredd} = 15,0 \text{ m}$$

$$L = 8,4 \text{ m}$$

$$\Delta m_B = 3 \cdot 2 \cdot 37,7 \cdot 0,4 / 16 = 5,6 \text{ kNm/m}$$

Den mellersta ribban och de två nästa ribborna som ansluter till fullgjutningen, dimensioneras för

momentet m_s enligt

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{15}{8,4} \cdot (49,3 - 5,6) \cdot 1,2 \cdot \frac{0,212 \cdot 8,4 - 2,4}{0,212 \cdot 8,4} \cdot \alpha_1 < 0$$

Nästa två ribbor som ansluter till fullgjutningen dimensioneras för

$$m_s = 3,5 \cdot \frac{15}{8,4} \cdot 43,7 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,212 \cdot 8,4 - 1,2}{0,212 \cdot 8,4} \cdot \frac{1}{3,5} \cdot 0,357 =$$

$$= 10,8 \text{ kNm/ribba}$$

Ribborna, som gränsar till fullgjutningen dimensioneras i både randfack och innerfack för momentet m_s
Enligt fig gäller

$$\frac{L}{8} = 1,05$$

Den första angränsande ribban ligger 3,6 m från per-laren.

$$m_s = \frac{4,2 - 3,6}{2,1} \cdot 0,5 \cdot \frac{13,6}{8,4} \cdot 1,2 \cdot 43,7 = 12,1 \text{ kNm/ribba}$$

Fullgjutningen dimensioneras för medelmomentet m_1 enligt FIG 9, dock minst för $m_{\min} = 0,15 \cdot P_c - \Delta m_c$

$$m_1 \cdot 3,0 = 7,15 \cdot 43,7 = 312$$

$$m_1 = 104 \text{ kNm/m}$$

$$m_{\min} = 0,15 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 10,8 \cdot 8,4 \cdot 0,5 - 3 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 10,8 \cdot 0,5 \cdot$$

$$\cdot 8,4 \cdot 0,4 / 16 \cdot 4,8 = 163 - 17 = 146 \text{ kNm/m} > m_1$$

5.7 Fördelning av fältmoment i a-riktningen

Fack_AB

Samtliga ribbor i fack AB, som ansluter till fullgjutningar armeras här lika. Dimensionerande moment är summan av momentet m_{f1} enligt 4.2.4 och m_{f2} enligt 4.2.4

$$D = \text{strimlebredd} = 2 \cdot 0,62 \cdot 8,4 = 10,4 \text{ m}$$

$$L = 10,8 \text{ m}$$

$$D = 10,4 < 1,5 \cdot 10,8 = 16,2$$

$$m_{f1} = 1,33 \cdot \frac{10,4}{10,8} \cdot 79,1 \cdot 1,2 \cdot \left(1 - \frac{4,8}{32,4}\right) = 122 \cdot 0,85 = 104 \text{ kNm/ribba.}$$

$$m_{f2} = 1,2 \cdot \frac{P}{2} \cdot L^2 / 8 = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 10,8^2 / 8 = 17,5$$

$$m_f = m_{f1} + m_{f2} = 121,5 \text{ kNm/ribba}$$

Den första till fullgjutningen angränsande ribban dimensioneras i fält för

$$m_{f1} = (1 - \frac{2,5 \cdot 1,2}{1,5 \cdot 10,8}) \cdot 122 = 0,55 \cdot 122 = 67 \text{ kNm/ribba}$$

Nästa ribba dimensioneras i fält för

$$m_{f1} = (1 - \frac{2,4 \cdot 1,2}{1,5 \cdot 10,8}) \cdot 122 = 0,41 \cdot 122 = 50 \text{ kNm/ribba}$$

vilket innebär att fältribborna mellan pelarna B, C och D dimensioneras för

$$m_{f1} = 50 + 67 = 117 + m_{f2} = 117 + 17,5 = 134,5 \text{ kNm/ribba}$$

samt att medelfältmomentet för de till fullgjutningen anslutande ribborna påverkas av fördelningen i sidled.

$$\begin{aligned} \therefore m_f &= 121,5 + \frac{0,5 \cdot (8,1 - 8,4 + 4,8)}{8,1} \cdot 122 = 121,5 + 27,8 = \\ &= 149,3 \text{ kNm/ribba} \end{aligned}$$

Fack BC, CD och DE

Samtliga dessa fack armeras lika fack DE

$$D = \text{strimlebredd} = 10,4 \text{ m}$$

$$L = 12,0 \text{ m}$$

$$D < L$$

Alla ribbor som ansluter till fullgjutningar dimensioneras för summan av momentet m_{f1} enligt 4.2.4 och m_{f2} enligt 4.2.4

$$m_{f1} = 2 \cdot \frac{10,4}{12,0} \cdot 57,1 \cdot 1,2 (1 - \frac{4,8}{24}) = 0,8 \cdot 119 = 95 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_{f2} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 12^2 / 8 = 21,6 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_f = 116 \text{ kNm}$$

Övriga ribbor armeras för $m_f = m_{f1} + m_{f2}$.

Observera att fördelningen i sidled ger överlapp.

$$m_{f1} = 119 \cdot (1 - \frac{2 \cdot 3 \cdot 1,2}{12} + 1 - \frac{2 \cdot 4 \cdot 1,2}{12}) = 0,6 \cdot 119 = 71,4 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_{f2} = 21,6 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_f = 72,4 + 21,6 = 93,0 \text{ kNm/ribba}$$

5.8 Fördelning av fältmoment i b-riktningen

Fack_FG

$$D = \text{strimlebredd} = 2 \cdot 0,626 \cdot 12 = 15,0$$

$$L = 8,4 \text{ m}$$

$$D = 15,0 \geq 1,5 \cdot L = 12,6$$

Alla ribbor som ansluter till fullgjutningar dimensioneras för summan av momentet m_{f1} enligt 4.2.4

och m_{f2} enligt 4.2.4

$$m_{f1} = 1,33 \cdot \frac{15}{8,4} \cdot 1,2 \cdot 49,9 \cdot \left(1 - \frac{4,8}{25,2}\right) = 0,810 \cdot 142 = 115 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_{f2} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 8,4^2 / 8 = 10,6 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_f = 115 + 10,6 = 125,6 \text{ kNm/ribba}$$

Den första till fullgjutningen angränsande ribban dimensioneras för $m_{f1} + m_{f2}$ enligt

$$m_{f1} = 142 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 3 \cdot 1,2}{1,5 \cdot 8,4}\right) = 0,43 \cdot 142 = 61 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_{f2} = 10,6 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_f = 71,6 \text{ kNm/ribba}$$

Nästa ribba dimensioneras i fält för

$$m_{f1} = 142 \cdot \left(1 - \frac{9,6}{12,6}\right) = 0,24 \cdot 142 = 34 \text{ kNm/ribba} > 0,2 \cdot m_{\max} = m_{\min}$$

$$m_f = 34 + 10,6 = 44,6 \text{ kNm/ribba}$$

Fack_GH

$$D = 13,6$$

$$L = 8,4 \text{ m}$$

$$D = 13,6 > L = 8,4 \text{ m}$$

Alla ribbor, som ansluter till fullgjutningar dimensioneras för summan av momentet m_{f1} enligt 4.2.4

och m_{f2} enligt 4.2.4

$$m_{f1} = 2 \cdot \frac{13,6}{8,4} \cdot 1,2 \cdot 20,8 \cdot \left(1 - \frac{4,8}{16,8}\right) = 0,715 \cdot 81 = 58 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_{f2} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 8,4^2 / 8 = 10,6 \text{ kNm/ribba}$$

$$m_f = 68,6 \text{ kNm/ribba}$$

Övriga ribbor inom ett avstånd av $4,2 - 2,4 = 1,8 \text{ m}$ från fullgjutningen dimensioneras för m_f enligt

$$m_f = 81 \left(1 - \frac{7,2}{8,4}\right) + 10,6 = 0,14 \cdot 81 + 10,6 = 11,3 + 10,6 = 21,9 \text{ kNm/ribba}$$

$$\text{Dock minst } 0,2 \cdot 81,0 + 10,6 = 26,8 \text{ kNm/ribba}$$

dvs alla resterande ribbor dimensioneras för

$$m_f = 26,8 \text{ kNm/ribba}$$

5.9 Fullgjutningens utsträckning

Som tidigare nämnts väljes en stjärnformad fullgjutning där utsträckningen u får värdet 4,8 m.

Genomstansning

Enligt 5.4 är maximal stanslast P_c i (hörnspelaren GB)

$$P_c = 1305 \text{ kN}$$

Enligt K1, 1964 gäller

$$\tau_{\text{nom}} = \frac{1305}{\pi \cdot 44^2 \left(1 + \frac{2 \cdot 80}{\pi \cdot 44}\right) \cdot 10^{-4}} = 990 \text{ kPa}$$

$$\tau_1 = \tau_o \cdot \frac{15}{10 + \frac{4,8}{2 \cdot 0,44}} = 1250 \cdot \frac{15}{10 + 5,45} = 1215 \text{ kPa}$$

$$0,65 \cdot \tau_1 = 790 \text{ kPa} < \tau_{\text{nom}} < \tau_1$$

Skjuvarmering erfordras inte, men överkantsarmeringen inom c-rutan kontrolleras.

$$k \cdot \frac{P_c}{h^2} = 1,0 \cdot \frac{1305}{0,44^2} = 6740 \text{ kPa} = 6,74 \text{ MPa}$$

$$\frac{B}{h} = 1,16$$

$$\frac{c}{2h} = 5,45$$

Tabell 2:2b i K1, 1964, ger nu

$$k \cdot \mu = 0,4 \% \rightarrow \mu = 0,4 \%$$

vilket motsvarar ett ungefärligt moment av

$$m = 330 \cdot 0,4 \cdot 10^{-2} \cdot 1,0 \cdot 0,44 \cdot 0,44 / 1,1 = 0,232 \text{ MNm/m} \\ = 232 \text{ kNm/m}$$

Max stödmoment i till fullgjutningen angränsande ribbor

Enligt 5.5 är maximalt stödmoment

$$m_s = 86 \text{ kNm/ribba}$$

ett moment som enligt tabell kan tas upp i ribban om denna tryckarmeras.

Skjuvning i ribbor, som ansluter till fullgjutningen

Eftersom fullgjutningen och c-rutan i princip i sammanfaller, kan tvärkraften beräknas enligt 4.2.7

$$t = 1,1 \cdot \frac{P - 10 \cdot (4,8 + 0,6)^2}{4 \cdot 4,8}$$

$P = p^{\max}$ = stödreaktion i hörnpelare = (ur databeräkningar enligt 5.2) = $8,4(0,62 + 0,53) \cdot (0,63 \cdot 10,8 + 0,51 \cdot 12) \cdot 10 = 10 \cdot 9,65 \cdot 12,9 = 1245 \text{ kN}$

$$t = 1,1 \cdot \frac{1245 - 292}{4 \cdot 4,8} = 1,1 \cdot \frac{953}{4 \cdot 4,8} = 49,7 \text{ kN/m}$$

Skjuvpåkänningen i en ribba blir alltså

$$= \frac{49,7 \cdot 1,2}{0,15 \cdot 0,410} = 950 \text{ kPa} < \tau_{bs} = 2200 \text{ kPa}$$

5.10 Tvärkrafter

Maximal skjuvpåkänning i de ribbor, som ansluter till fullgjutning.

Pelare GB

Maximal pelarkraft P fås ur databeräkning genom att beräkna tvärkraftsnollpunkterna. Enligt 5.9 fås här

$$t = 950 \text{ kPa} > 0,7 \cdot \tau_{b, \text{till}} \geq 0,7 \cdot \tau_{bo} = 300 \text{ kPa}$$

Skjuvarmering erfordras.

Tvärkraften antas variera linjärt och antar värdet noll på avståndet d från fullgjutningens kant. Enligt 4.2.1 gäller

$$d = 0,5 \cdot (kL - u)$$

$$k = 1 + \frac{2 \cdot \Delta m_s}{q \cdot L^2}$$

i a-riktningen gäller enligt 5.2 i randfack

$$\Delta_{ms} = 151,6 - 0 - 0 = 151,6 \text{ kNm/m}$$

$$k = 1 + \frac{2 \cdot 151,6}{10 \cdot 10,8^2} = 1 + 0,26 = 1,26$$

$$d_1 = 0,5 \cdot (1,26 \cdot 10,8 - 4,8) = 0,5(13,6 - 4,8) = 4,4 \text{ m}$$

i a-riktningen gäller enligt 5.2 i innerfack

$$\Delta m_s = 151,6 - 121,0 = 30,6 \text{ kNm/m}$$

$$k = 1 + \frac{2 \cdot 30,6}{10 \cdot 12^2} = 1,042$$

$$d_2 = 0,5 \cdot (1,042 \cdot 12 - 4,8) = 0,5(12,5 - 4,8) = 3,85 \text{ m}$$

Dessa värden kunde direkt ha erhållits ur gjord databeräkning och har här medtagits endast för att visa metodiken i de fall där endast stödmomenten har beräknats.

i b-riktningen gäller enligt databeräkning i ytterfack

$$d_1 = 0,5(1,24 \cdot 8,4 - 4,8) = 2,8 \text{ m}$$

i innerfack

$$d_2 = 0,5(1,06 \cdot 8,5 - 4,8) = 2,05 \text{ m}$$

Skjuvarmeringen lägges in på följande sätt

i a-riktningen i randfack

$$\text{inom en sträcka av } 4,4 \cdot \frac{65}{95} = 3,0 \text{ m från fullgjutningens kant}$$

i a-riktningen i innerfack

$$\text{inom en sträcka av } 3,85 \cdot \frac{65}{95} = 2,64 \text{ m från fullgjutningens kant}$$

i b-riktningen i randfack

$$\text{inom en sträcka av } 2,8 \cdot \frac{65}{95} = 1,92 \text{ m från fullgjutningens kant}$$

i b-riktningen i innerfack

$$\text{inom en sträcka av } 2,05 \cdot \frac{65}{95} = 1,40 \text{ m från fullgjutningens kant}$$

I själva anslutningssnittet är erforderlig skjuvarmering A_s

$$A_s = \frac{b \cdot 100}{\sigma_a} (\tau_{\max} - \tau_{bo}) = \frac{100 \cdot 15}{280000} (950 - 430) = 2,80 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \emptyset 5 \text{ c } 140$$

med succesiv avtrappning enligt ovan, dock minst

$$A_{\min} = \frac{100 \cdot 15}{2800 \cdot 100} \cdot 198 = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \emptyset 5 \text{ c } 300$$

inom de delar där skjuvpåkänningen är mindre än 630 kPa dvs inom de yttersta två tredjedelarna av ovanstående sträckor.

Övriga pelare behandlas analogt.

Skjuvning i övriga ribbor vilka inte ansluter till fullgjutningen.

Pelare_GB

Enligt 4.2.8 gäller i a-riktningen i randfack

$$t_m = q \cdot k \cdot L \frac{k_{//} \cdot L_{//} - u_{//}}{k_{\perp} L_{\perp} - u_{\perp}} - t \frac{k_{\perp} L_{\perp} + u_{\perp}}{k_{\perp} L_{\perp} - u_{\perp}}$$

$$\text{med } K_{//} = 1,26$$

$$L_{//} = 10,8 \text{ m}$$

$$k_{\perp} L_{\perp} = (0,62 \cdot 8,4 + 0,53 \cdot 8,4) = 5,2 + 4,5 = 9,7 \text{ m}$$

$$t_m = 10 \cdot 9,7 \frac{13,6 - 4,8}{9,7 - 4,8} - 49,7 \cdot \frac{9,7 + 4,8}{9,7 - 4,8} = 174 - 147 = 27 \text{ kN/m}$$

I den första angränsande ribban fås

$$t^* = 49,7 - \frac{2,4}{9,7 - 4,8} (49,7 - 27) = 49,7 - 11,1 = 38,6 \text{ kN/m}$$

$$\tau = \frac{38,6 \cdot 1,2}{0,15 \cdot 0,418} = 740 \text{ kPa} > 0,7 \tau_{bo}$$

skjuvarmering erfordras inom sträckorna d_1 och d_2 från den linje vars förlängning tangerar fullgjutningen.

$$d_1 = 4,4 \cdot \frac{44}{74} = 2,6 \text{ m mot linje A}$$

$$d_2 = 2,4 \cdot \frac{44}{74} = 1,45 \text{ m mot linje B}$$

Vid anslutningen till tangentlinjen är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{100 \cdot 15}{280000} (740 - 430) = 1,66 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \emptyset 5 \text{ c } 240$$

I den andra angränsande ribban fås

$$t^* = 49,7 - 22,2 = 27,5 \text{ kN/m}$$

$$\tau = \frac{1,2 \cdot 27,5}{0,15 \cdot 0,418} = 525 \text{ kPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

∴ skjuvarmering erfordras inom sträckorna d_1 och d_2 från tangentlinjen till fullgjutningen

$$d_1 = 4,4 \cdot \frac{22,5}{52,5} = 1,9 \text{ m} \quad \text{mot linje A}$$

$$d_1 = 2,4 \cdot \frac{22,5}{52,5} = 1,0 \text{ m} \quad \text{mot linje B}$$

vid anslutningen till tangentlinjen är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{100 \cdot 5}{180000} (525 - 430) = 0,51 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{\min} = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

i a-riktningen i innerfack gäller

$$t_m = 10 \cdot 9,7 \cdot \frac{12,5 - 4,8}{9,7 - 4,8} - 147 = 152 - 147 = 5,0 \text{ kN/m}$$

I den första angränsande ribban fås

$$t^* = 49,7 - \frac{2,4}{9,7 - 4,8} (49,7 - 5,0) = 49,7 - 21,9 = 27,8 \text{ kN/m}$$

$$\tau = \frac{27,8 \cdot 1,2}{0,15 \cdot 0,418} = 530 \text{ kPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

skjuvarmering erfordras inom sträckorna d_1 och d_2 från den linje vars förlängning tangerar fullgjutningen.

$$d_1 = 3,85 \cdot \frac{23}{53} = 1,7 \text{ m} \quad \text{mot linje C}$$

$$d_2 = 2,4 \cdot \frac{23}{53} = 1,04 \text{ m} \quad \text{mot linje B}$$

vid anslutningen till tangentlinjen är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{15 \cdot 100}{280000} \cdot (530 - 430) = 0,54 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{\min}$$

$$\therefore A_s = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \emptyset 5 \text{ c } 300$$

I den andra angränsande ribban fås

$$t^* = 49,7 - 43,8 = 5,9 \text{ kN/m} \quad \tau < 0,7 \tau_{bo}$$

skjuvarmering erfordras inte.

i b-riktningen gäller i ytterfack

$$t_m = 10 \cdot 13,05 \cdot \frac{10,4 - 4,8}{13,05 - 4,8} - 49,7 \cdot \frac{13,05 + 4,8}{13,05 - 4,8} = 88,5 - 108,0 = -19,5 \text{ kN/m}$$

I den första angränsande ribban gäller

$$t^* = 49,7 - \frac{2,4}{13,05 - 4,8} (49,7 + 19,5) = 49,7 - 20,1 = 29,7 \text{ kN/m}$$

$$\tau = \frac{29,7 \cdot 1,3}{0,15 \cdot 0,402} = 590 \text{ kPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

skjuvarmering erfordras inom sträckorna d_1 och d_2 från tangentlinjen till fullgjutningen

$$d_1 = 2,8 \cdot \frac{29}{59} = 1,4 \text{ m} \quad \text{mot linje F}$$

$$d_2 = 2,4 \cdot \frac{29}{59} = 1,2 \text{ m} \quad \text{mot linje G}$$

vid anslutningen till tangentlinjen är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{15 \cdot 100}{280000} \cdot (590 - 430) = 0,86 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{\min} = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

i b-riktningen gäller i innerfack

$$t_m = 10 \cdot 13,05 \cdot \frac{8,9 - 4,8}{13,05 - 4,8} - 49,7 \cdot \frac{13,05 + 4,8}{13,05 - 4,8} = 65,0 - 108,0 = -43 \text{ kN/m}$$

I den första ribban fås

$$t^* = 49,7 - \frac{2,4}{13,05 - 4,8} (49,7 + 43) = 49,7 - 27,0 = 22,7 \text{ kN/m}$$

$$\tau = \frac{22,7 \cdot 1,2}{0,15 \cdot 0,402} = 450 \text{ kPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

skjuvarmeringen erfordras inom sträckorna d_1 och d_2 från tangentlinjen till fullgjutningen

$$d_1 = 2,05 \cdot \frac{15}{45} = 0,7 \text{ m} \quad \text{mot linje H}$$

$$d_2 = 2,4 \cdot \frac{15}{45} = 0,8 \text{ m} \quad \text{mot linje G}$$

vid anslutningen till tangentlinjen är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{15 \cdot 100}{280000} \cdot (450 - 430) < A_{\min} = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Skjuvpåkänning vid det fria upplaget i linje A

Enligt databeräkning är maximal tvärkraft

$$T_A = 40 \text{ kN/m}$$

$$\tau_b = \frac{40 \cdot 1,2}{0,15 \cdot 0,418} = 755 \text{ MPa} > 0,7 \tau_{bo}$$

Vid linje A är erforderlig skjuvarmering

$$A_s = \frac{15 \cdot 100}{280000} (765 - 430) = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{\min}$$

skjuvarmering inlägges inom en sträcka av

$$d = 0,15 \cdot 0,418 \cdot 465 / 12 = 2,42 \text{ m}$$

från linje A

Skjuvpåkänning vid linjerna F

Enligt databeräkning är maximal tvärkraft

$$T_F = 31,8 \text{ kN/m}$$

$$\tau_b = 1,2 \cdot 31,8 / 0,15 \cdot 0,402 = 630 \text{ MPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

Erforderlig skjuvarmering är

$$A_s = \frac{15 \cdot 100}{280000} (630 - 430) = 1,61 \text{ cm}^2/\text{m} \geq A_{\min}$$

skjuvarmering inlägges inom en sträcka av

$$d = 0,15 \cdot 0,402 \cdot 330 / 12 = 1,66 \text{ m}$$

från linje F

Skjuvpåkänning i linje E

Enligt databeräkning är maximal tvärkraft

$$T_E = 57,3 \text{ kN/m}$$

$$\tau_b = \frac{1,2 \cdot 57,3}{0,15 \cdot 0,418} = 1100 \text{ MPa} > 0,7 \cdot \tau_{bo}$$

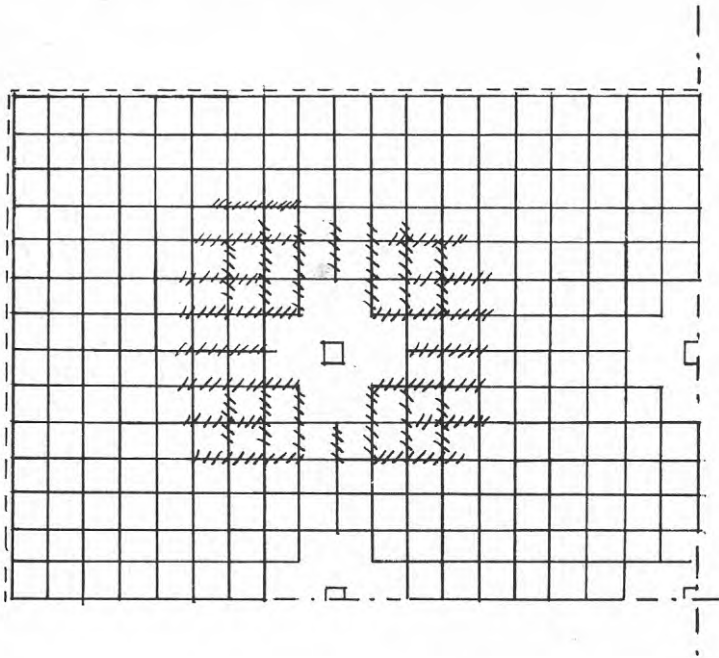
skjuvarmering inlägges inom en sträcka av

$$d = 0,15 \cdot 0,418 \cdot 800 / 12 = 4,2 \text{ m}$$

från linje E

Övriga pelare behandlas analogt

Figur 15 visar skjuvarmeringens utbredning kring pelarens GB fullgjutning.



5.11 Armering i tryckplattan

Förutom den överkantsarmering, som stödmomenten ger upphov till dimensioneras armeringen i tryckplattan enligt avsnitt 2 för momentet

$$m = \left(10 + \frac{30}{1,56}\right) \cdot 0,0292 \cdot 1,2^2 = 1,23 \text{ kNm/m}$$

Maximal skjuvpåkänning i tryckplattan är

$$\tau = 29,25 \cdot 0,5 / 0,035 = 420 \text{ kPa} < \tau_{b0}$$

dvs centrisk placerad armering är möjlig i tryckplattan.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 771360-8 från
Statens råd för byggnadsforskning till
AB Jacobson & Widmark, Göteborg**

R85:1978

ISBN 91-540-2920-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600785

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms